

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-301345

(43)Date of publication of application : 31.10.2000

---

(51)Int.Cl. B23K 10/02  
// B23K103:08

---

(21)Application number : 11-115799

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 23.04.1999

(72)Inventor : KIHARA TORU  
KURIYAMA KAZUYA

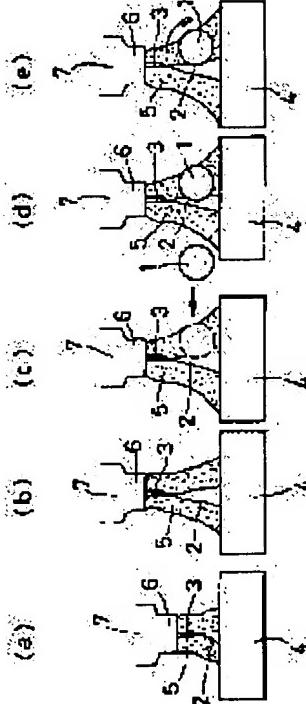
---

## (54) WELDING METHOD FOR Si BASED MATERIAL

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make welding possible for Si based materials, the welding of which was presumed impossible due to the extreme brittleness and a high electrical resistance, and to improve the degree of freedom in the machining of Si based materials, by utilizing the heat of arc plasma in arc welding.

**SOLUTION:** With a tungsten rod 3 used as a cathode in an argon gas 5 atmosphere, and with a water-cooled copper plate 4 as an anode, an arc is generated between the pair of electrodes 3, 4. Then, the arc length is gradually extended, while a pair of Si based materials with the end faces abutted on each other are brought close to an arc column 2. After that, the Si based materials are rotated around an axial center, with fusion welding carried out for the weld zone.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-301345

(P2000-301345A)

(43)公開日 平成12年10月31日 (2000.10.31)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 23 K 10/02  
// B 23 K 103:08

識別記号

F I  
B 23 K 10/02

マーク\*(参考)  
Z 4 E 001

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願平11-115799

(22)出願日 平成11年4月23日 (1999.4.23)

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所  
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 木原 橙

大阪府枚方市上野3丁目1番1号 株式会  
社小松製作所生産技術開発センタ内

(72)発明者 栗山 和也

大阪府枚方市上野3丁目1番1号 株式会  
社小松製作所生産技術開発センタ内

(74)代理人 100084629

弁理士 西森 正博

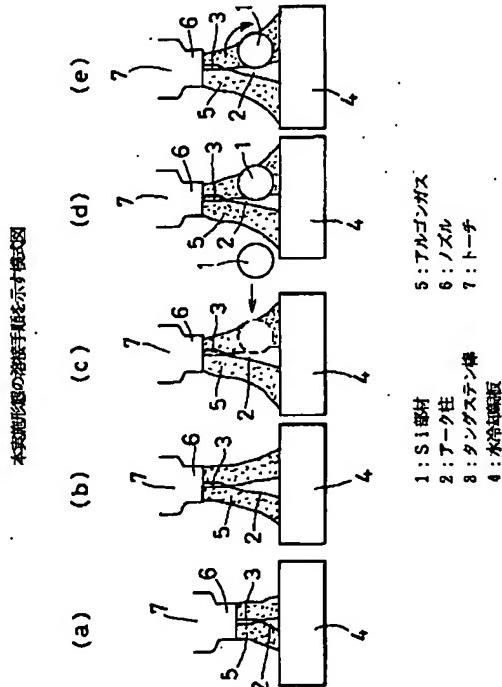
Fターム(参考) 4E001 AA03 BB11 CB05

(54)【発明の名称】 S i 系材料の溶接方法

(57)【要約】

【課題】 非常に脆く、電気抵抗が高いために、溶接することは不可能であると考えられていた S i 系材料を、アーク溶接におけるアークプラズマの熱を利用することでその溶接を可能にし、S i 系材料の加工自由度を向上する。

【解決手段】 アルゴンガス 5 雾囲気中でタングステン棒 3 を陰極として、また水冷却銅板 4 を陽極として、上記一対の電極 3、4 間にアークを発生させる。次にアーク長を徐々に延ばしていき、端面同士を突き合わせた一対の S i 系材料をアーク柱 2 に近づける。そして、上記 S i 系材料を軸心回りに回転させながら溶接部の溶融溶接を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極間にアークを発生させた後、上記アーク柱にS i系材料を近づけ、アークプラズマの熱で溶融することによって溶接することを特徴とするS i系材料の溶接方法。

【請求項2】 上記陽極側の電極を水冷却銅板としたことを特徴とする請求項1のS i系材料の溶接方法。

【請求項3】 上記アークの指向性を向上する手段を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2のS i系材料の溶接方法。

【請求項4】 アークスタートさせた後にアーク長を延長していく、その後S i系材料をアーク柱に近づけることを特徴とする請求項1のS i系材料の溶接方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は単結晶または多結晶のシリコン（以下、S iと称す）を含むS i系材料を、アーク溶接によって溶融溶接するS i系材料の溶接方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体材料として、需要の著しい伸びを示しているS iは、半導体としての物理的、電気的特性に着目されている。中でも、バルク材料としてのS iはウエハの用途を中心として、その需要が非常に伸びている。近年、ウエハは、大径化が進み、ウエハの元になるS iインゴットも、その重量が200kg以上となっており、その製造工程において、把持・運搬をどのようにして行うかが大きな課題となっている。すなわち、金属の汚染をきらう本業界においては、ハンドリング用治具等においてもS i等を多用しているが、インゴットの重量の増大、大径化に伴いこのようない治具の製作が困難となっている。

【0003】 そこで、S iインゴット自体に加工等を加えることにより、運搬等を可能にすることも考えられるが、難加工材の加工であり、後洗浄等も必要となるため、この方策にはコストアップ、製造工程の複雑化などの新たな課題が生じる。

【0004】 一方、ウエハの接合技術としては、特願平3-107853号などに開示されるような張り合わせウエハによるSOIウエハがあるが、これらの接合技術は、電気的特性の改善をねらいとするものであり、本発明のような、構造的特性をねらうものとは、その目的が異なっている。

【0005】 S i系材料は非常に脆いため大きな熱を加えると衝撃的に破壊する。このため溶融溶接を行うことは困難であると考えられていたが、近年、高エネルギー密度熱源、すなわち電子ビームやレーザビームを用いることでS i系材料を溶接することができるようになった（特願平9-365188号）。しかしこの方法は、設備が非常に高価であることに加えて、被溶接物を真空チ

ヤンバ内で処理しなければならないという制限がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 そこで真空チャンバを必要とせず設備が比較的安価なアーク溶接に注目した。しかし、半導体材料であるS iは、室温において1000Ω·cm以上の電気抵抗を有するため、アーク放電を熱源とする溶接においては、絶縁材料に近い挙動を示す。このため、放電が必須のアークによる溶融溶接は不可能であると考えられていた。これは、通常のS iのような高抵抗材料は、アーク放電の電極とはなりえず、S i系材料に直接放電をして溶融を実現することは不可能であるからである。

【0007】 そこで本発明では、アーク溶接において、S i系材料以外の電極間にアークを発生させた後、上記アーク柱にS i系材料を近づけ、アークプラズマの熱で溶融することによって溶接を行うことに着目した。すなわち本発明は、非常に脆く、電気抵抗が高いために、溶接することは不可能であると考えられていたS i系材料に、アーク溶接を適用することによって、従来は機械加工でしか製作できなかったS i系材料製の部材の溶接による加工を可能にし、さらに機械加工では製作の不可能な形状部材の製作を可能とすることにより、S i系材料の加工自由度を大幅に向上させることができるものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段および効果】 そこで請求項1のS i系材料の溶接方法は、一対の電極間にアークを発生させた後、上記アーク柱にS i系材料を近づけ、アークプラズマの熱で溶融することによって溶接することを特徴としている。

【0009】 上記請求項1のS i系材料の溶接方法によれば、アーク放電を被溶接物であるS i系材料以外の電極間で行い、発生させたアークのアーク柱に上記S i系材料を近づけ、アークプラズマの熱を利用して加熱、溶融することによって、今まで電極とはなりえず溶接不可能であったS i系材料でも溶融溶接することを可能にした。また上記S i系材料をアーク柱に近づけたり、少し離したりする等、放電の中心との距離をコントロールすることができるため、S i系材料への熱衝撃を緩和しながら溶融を開始し、徐々に溶融溶接を行うことができる。

【0010】 また請求項2のS i系材料の溶接方法は、上記陽極側の電極を水冷却銅板としたことを特徴としている。

【0011】 上記請求項2のS i系材料の溶接方法によれば、陽極側の電極に熱伝導率が高い銅板を用い、さらにその内部に冷却水を供給できる冷却水路を設けたことによって、陽極がアーク熱により溶融するのを防ぐことができる。この結果、上記水冷却銅板からの金属蒸気の発生を抑え、コンタミネーションの少ない溶融溶接が可

能となる。

【0012】請求項3のS<sub>i</sub>系材料の溶接方法は、上記アークの指向性を向上する手段を設けたことを特徴としている。

【0013】上記請求項3のS<sub>i</sub>系材料の溶接方法によれば、アークの指向性を向上させる手段を設けることによって、S<sub>i</sub>系材料に投入される入熱量及び溶融量の安定化を図ると共に、溶融量の再現性を良くすることができる。

【0014】請求項4のS<sub>i</sub>系材料の溶接方法は、アーケースタートさせた後にアーク長を延長していき、その後S<sub>i</sub>系材料をアーク柱に近づけることを特徴としている。

【0015】アークの放電可能な電極間距離はそれほど大きくなく、上記電極間距離よりも大きなS<sub>i</sub>系材料を溶接することは物理的に不可能であった。しかしながら上記請求項4のS<sub>i</sub>系材料の溶接方法によれば、始めに短い電極間でアーケースタートさせた後に、アークの自続放電を利用してアーク長を徐々に延ばしていくことによって、アーケースタート時の電極間距離よりも大きなS<sub>i</sub>系材料を溶接することになる。また、始めの電極間距離を短く設定し、低電流でアーケースタートさせれば、両電極の損傷を防ぐことができる。さらに、この方法では金属蒸気の発生が著しいアーケースタート時には、上記S<sub>i</sub>系材料を遠ざけておき、アーク長を延長した後にアーク柱に近づけ溶融するため、コンタミネーションの少ない溶融溶接が可能である。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本実施の形態では、非消耗型アーク溶接、すなわちTIGアーク溶接を利用して、一对のS<sub>i</sub>部材の突合せ溶接を行った。図1はその溶接手順を示す模式図である。まず、アルゴンガス5をトーチ7のノズル6から流しながら、上記アルゴンガス5雰囲気中でタンゲステン棒3を陰極として、また、円筒形の水冷却銅板4を陽極として、上記一対の電極3、4間にアークを発生させる。この時、両電極3、4間の距離は3m、初期電流値は75Aである。上記で用いた水冷却銅板4には、熱伝導率が高い銅板10の内部に冷却水路11が設けられている。つまり図2に示すように、上記水冷却銅板4の一端から内部を通して他端に通じる管を設け、その一端すなわち入口側12から冷却水を供給し、他端すなわち出口側13から冷却水を排出できるように構成されている。これはアーク放電中、常に水冷却銅板4内に冷却水を流し続けることで、アーク熱によって上記水冷却銅板4が溶融するのを防ぐためである。この結果、上記水冷却銅板4からの金属蒸気の発生を抑え、コンタミネーションの少ない溶融溶接が可能となる。

【0017】次に、上記電流値は75Aに保ったまま電極間距離、すなわちアーク長を3mmから15mmまで徐々に延ばしていく(図1(b)参照)。一方、上記ア

ーク柱2から離れた所で、直径約6mmの一対の多結晶S<sub>i</sub>部材1、1の端面同士を突き合わせ、上記突き合わせたS<sub>i</sub>部材1、1の長手方向がアークと略垂直に交わるような方向に向ける。そしてこの状態で、上記S<sub>i</sub>部材1、1をアーケ柱2に向けて横方向から近づけていき(図1(c)参照)、上記アーケ柱にS<sub>i</sub>部材1、1の溶接部を十分近づけた後、その状態でS<sub>i</sub>部材1、1を一旦停止させ、約10秒間、溶接部の局所をアーケプラズマによって加熱し溶融する(図1(d)参照)。その後、今度は図1(e)に示すように、S<sub>i</sub>部材1、1のみを回転速度9.6rpm(回転/分)の速さで軸心回りに回転されることによって、上記アーケプラズマの熱で溶融溶接を行うのである。

【0018】さらにこの後、上記S<sub>i</sub>部材1、1を先の溶融位置より約3mm程度離し、そこで約15秒間、S<sub>i</sub>部材1、1の回転を継続することによって、溶接部が急激に冷却されるのを防ぎ、溶融池を徐々に小さくしていくのである。このようにすれば、クレータ処理を円滑に行うことができる。

【0019】以上のように、アーケ放電をタンゲステン棒3と水冷却銅板4間で行い、発生させたアーケのアーケ柱2にS<sub>i</sub>部材1、1を近づけ、アーケプラズマの熱を利用して加熱、溶融することによって、今まで電極とはなりえず溶接不可能であったS<sub>i</sub>部材1、1でも溶融溶接することを可能にした。また上記S<sub>i</sub>部材1、1をアーケ柱2に近づけたり、少し離したりする等、放電の中心との距離をコントロールすることができるため、S<sub>i</sub>部材1、1への熱衝撃を緩和しながら溶融を開始し、徐々に溶融溶接を行うことができる。さらに、アーケの

放電可能な電極間距離は5mm程度と小さく、以前まで直径2mm程度のS<sub>i</sub>部材1、1より大きなものを溶接することは物理的に不可能であったが、5mm以下の短い電極間でアーケースタートさせた後に、アーケの自続放電を利用してアーク長を徐々に延ばしていくことによって、直径2mm以上のS<sub>i</sub>部材1、1を溶接することが可能となった。

【0020】また上記実施形態では、電流値を常時75Aに維持したが、両電極3、4の損傷を防ぎ、コンタミネーションの少ない溶接を行うためには、初期電流値を50A以下に設定してアーケースタートさせた後、アーク長を延ばしてから電流値を上げていき、アーケプラズマの熱でS<sub>i</sub>部材1、1の溶融溶接を行うのが好ましい。

【0021】ところで、上記実施形態で示したように溶接を行った場合、図3(a)に示すようにS<sub>i</sub>部材1、1が近づけられる前は、上記アーケはタンゲステン棒3から水冷却銅板4へそのアーケ長が最短となるような方向に放射状に発生しているが、図3(b)に示すように、S<sub>i</sub>部材1、1を上記アーケ柱2に近づけると、上記アーケはS<sub>i</sub>部材1、1によって冷やされまいと反発して、S<sub>i</sub>部材から離れようと偏向してしまう。このこ

とは、S<sub>i</sub>部材1、1に投入される入熱量が不安定になると共に、その溶融量も不安定となり、さらには溶融量の再現性を悪くする原因となる。

【0022】この問題を解決するためには、アークの指向性を向上させるための手段を設ける必要があるが、実験によれば、溶接アークにおけるアーク電流の通過面積は、直径6～7mmの範囲であることが明らかである。そこで、上記水冷却鋼板4の表面中央部に直径Dが7m m、高さLが15mmの突出部8を設けて放電可能な面積を制限した(図5参照)。のことによって、アーク柱2にS<sub>i</sub>部材1、1を近づけても、アークは上記突出部8に発生するため偏向は小さくなり、突出部8から大きく外れることはなくなり、有効な電流通路にS<sub>i</sub>部材1、1を位置させることができた。

【0023】またさらに、図6に示すように、S<sub>i</sub>部材1、1をアーク柱2に近づけたときにアークが反発して偏向する分だけ、予め水冷却鋼板4の中心位置をタングステン棒3の中心位置からオフセットしておくことによって、上記よりもさらにアークの指向性を向上させることができる。この結果、S<sub>i</sub>部材1、1へ投入される入熱量及び溶融量の安定化を図ると共に、溶融量の再現性を良くすることができる。

【0024】以上にこの発明のS<sub>i</sub>系材料の溶接方法の実施の形態について説明したが、この発明は上記実施の形態に限られるものではなく、種々変更して実施することができる。すなわち上記実施形態では、アークの指向性を向上させるための手段として水冷却鋼板4に突出部8を設けたが、上記アーク柱2付近に磁場を作成させることによってアークの指向性を向上させたり、一定時間ごと、すなわちパルス的に大電流を流すことによって、アークの指向性を高めることも可能である。また、\*

\* 雰囲気ガスをアルゴンガス5から、上記アルゴンガス5よりも軽く拡散し易いヘリウムガスに変えることによって、アーク柱2の周囲は冷却され、アークの広がりは抑制される。この結果、アークの指向性を向上させることもできる。さらに上記実施形態では、非消耗電極型アーク溶接としてTIGアーク溶接を用いて溶接を行った例を示したが、プラズマ溶接等他のアーク溶接方法を用いてよい。

#### 【図面の簡単な説明】

10 【図1】本実施形態の溶接手順を説明するための模式図である。

【図2】上記実施形態のタングステン棒及びその周辺と水冷却鋼板の断面図である。

【図3】上記実施形態のアークの状態を示す概略図で、(a)はアーク放電を開始したときの状態を、(b)はS<sub>i</sub>部材をアーク柱に近づけたときの状態を示す。

【図4】陽極側の水冷却鋼板に突出部を設けたときのアークの状態を示す概略図である。

【図5】上記突出部を設けた水冷却鋼板の説明図である。

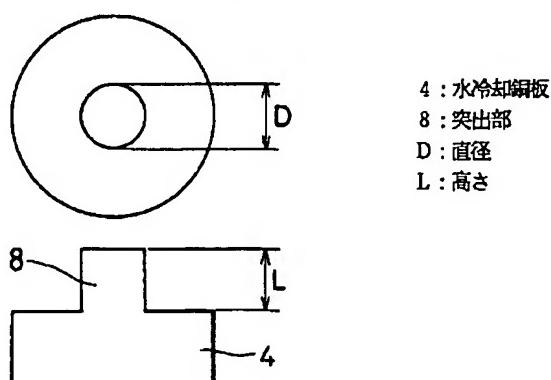
【図6】上記水冷却鋼板を陰極の中心位置から予めオフセットした状態でアーク溶接を行ったときのアークの状態を示す概略図である。

#### 【符号の説明】

- 1 S<sub>i</sub>部材
- 2 アーク柱
- 3 タングステン棒
- 4 水冷却鋼板
- 5 アルゴンガス
- 6 ノズル
- 8 突出部

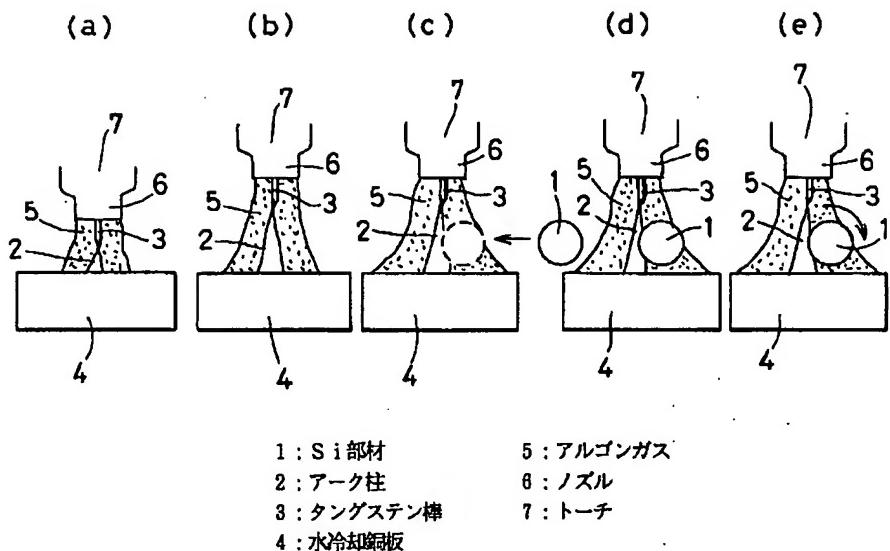
【図5】

突出部を設けた水冷却鋼板の説明図



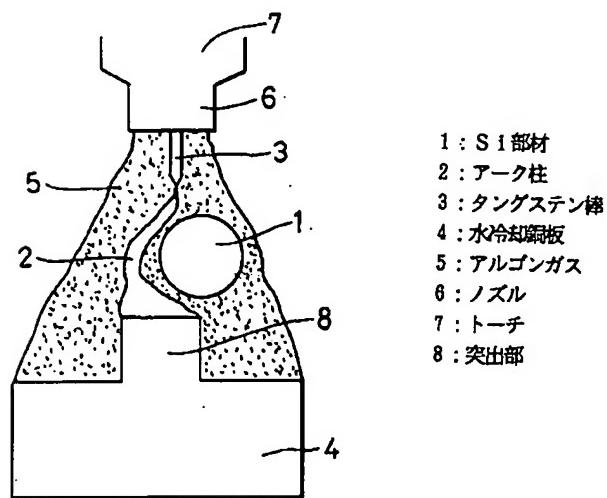
【図1】

## 本実施形態の溶接手順を示す模式図



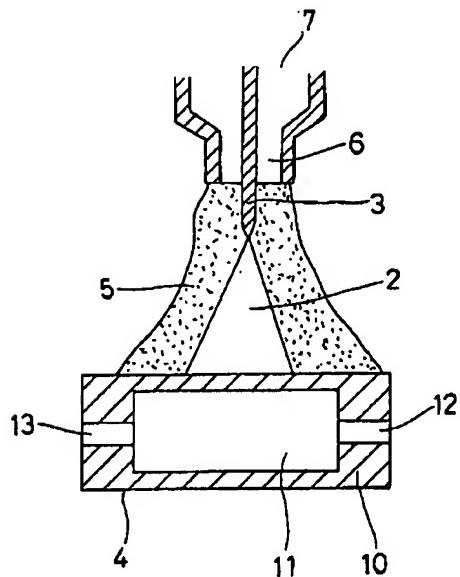
【図4】

## 水冷却鋼板に突出部を設けたときのアークの状態を示す概略図



【図2】

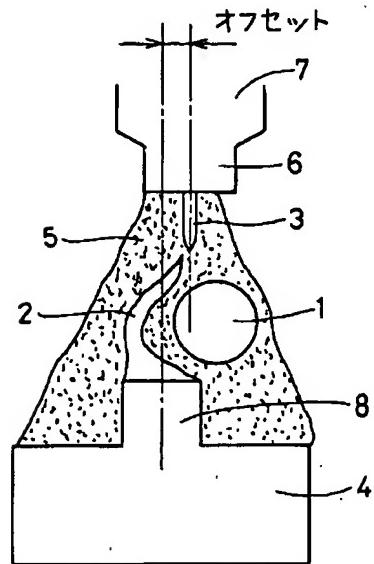
本実施形態のタンクステン棒及びその周辺と水冷却鋼板の断面図



- |             |           |
|-------------|-----------|
| 2 : アーク柱    | 7 : トーチ   |
| 3 : タングステン棒 | 10 : 鋼板   |
| 4 : 水冷却鋼板   | 11 : 冷却水路 |
| 5 : アルゴンガス  | 12 : 入口側  |
| 6 : ノズル     | 13 : 出口側  |

【図6】

オフセット状態でのアークの概略図

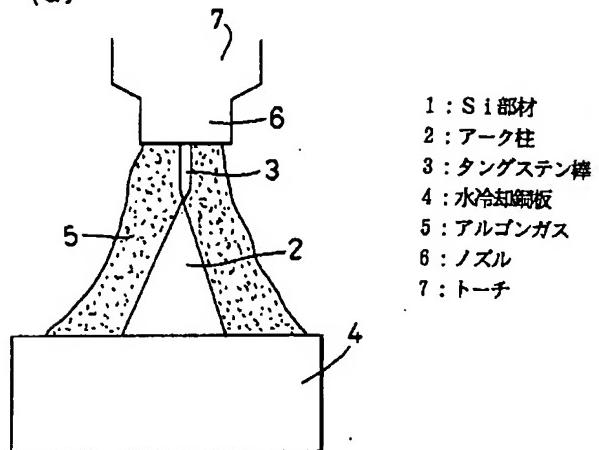


- |             |            |
|-------------|------------|
| 1 : Si部材    | 5 : アルゴンガス |
| 2 : アーク柱    | 6 : ノズル    |
| 3 : タングステン棒 | 7 : トーチ    |
| 4 : 水冷却鋼板   | 8 : 突出部    |

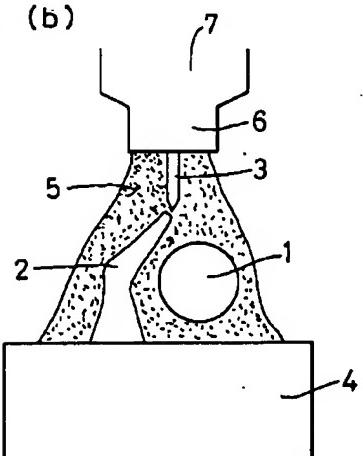
【図3】

本実施形態のアークの状態を示す概略図

(a)



(b)



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1]A welding process of Si system material welding by bringing Si system material close to the above-mentioned arc column, and fusing with heat of an arc plasma after making inter-electrode [ of a couple ] generate an arc.

[Claim 2]A welding process of Si system material of claim 1 using an electrode by the side of the above-mentioned anode as a water cooling copper plate.

[Claim 3]A welding process of Si system material of claim 1 forming a means to improve the directivity of the above-mentioned arc, or claim 2.

[Claim 4]A welding process of Si system material of claim 1 extending arc length after carrying out an arc start, and bringing Si system material close to an arc column after that.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the welding process of Si system material which carries out melting welding of the Si system material containing the silicon (Si is called hereafter) of a single crystal or polycrystal by arc welding.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] In recent years, its attention is paid to Si which shows the remarkable elongation of demand as a semiconductor material by physical and the electrical property as a semiconductor. Especially, as for Si as a bulk material, the demand is dramatically extended focusing on the use of a wafer. In recent years, major-diameter-ization will follow a wafer and the weight also of Si ingot which becomes the origin of a wafer will be not less than 200 kg.

In the manufacturing process, it has been big SUBJECT how grasping and conveyance are performed.

That is, although Si etc. are used [ in / the jig for handling, etc. / for metaled contamination / on a \*\*\*\*\* main occupation community and ] abundantly, in connection with increase of the weight of an ingot, and major-diameter-izing, manufacture of such a jig is difficult.

[0003] Then, although making conveyance etc. possible by adding processing etc. to the Si ingot itself is also considered, it is processing of a difficulty processing material, and since post-washing etc. are needed, to this policy, new SUBJECT, such as complication of a cost hike and a manufacturing process, arises.

[0004] On the other hand, although there are a SOI wafer by a lamination wafer which is indicated by Japanese Patent Application No. No. 107853 [ three to ] etc., etc. as junction art of a wafer, Such junction art aims at an improvement of an electrical property, and a thing like this invention which aims at the structural characteristic differs in the purpose.

[0005] Since Si system material is very weak, if big heat is applied, it will be destroyed shockingly. For this reason, although it was thought that it was difficult to perform melting welding, Si system material could be welded in recent years by using a high-energy-density heat source, i.e., an electron beam, and a laser beam (Japanese Patent Application No. No. 365188 [ nine to ]). However, in addition to equipment being dramatically expensive, this method has restriction that an object to be welded must be processed within a vacuum chamber.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, a vacuum chamber was not needed but it took notice of arc welding in which equipment is comparatively cheap. However, since Si which is a semiconductor material has the electrical resistance more than 1000ohm and cm in a room temperature, it shows the action near an insulating material in welding which makes arc discharge a heat source. For this reason, discharge was considered that melting welding by an indispensable arc is impossible. It is because it is impossible for the electrode of arc discharge being unable to become, carrying out discharge to Si system material directly, and realizing melting a high resistance material [ like usual Si ] this [ whose ] is.

[0007] So, in this invention, in arc welding, after making inter-electrode [ other than Si system material ] generate an arc, Si system material was brought close to the above-mentioned arc column, and it noted welding by fusing with the heat of an arc plasma. Namely, by applying arc welding to Si system material considered that welding is impossible since this invention is dramatically weak and its electrical resistance is high, The processing flexibility of Si system material can be substantially raised by enabling conventionally processing by welding of the member made from Si system material currently manufactured only by machining, and enabling manufacture of the impossible shape member of manufacture by machining further.

[0008]

[The means for solving a technical problem and an effect] Then, after the welding process of Si system material of claim 1 makes inter-electrode [ of a couple ] generate an arc, it brings Si system material close to the above-mentioned arc column, and is characterized by welding by fusing with the heat of an arc plasma.

[0009] According to the welding process of Si system material of above-mentioned claim 1, arc discharge is performed by inter-electrode [ other than Si system material which is an object to be welded ], Si system material which was not able to be welded was also enabled to be unable to become an electrode until now and to carry out melting welding by bringing the above-mentioned Si system material close to the arc column of the generated arc, and using and fusing [ heat and ] the heat of an arc plasma. Since distance with the center of discharge, such as bringing the above-mentioned Si system material close to an arc column, or detaching it for a while, is controllable, melting can be started easing the thermal shock to Si system

material, and melting welding can be performed gradually.

[0010]A welding process of Si system material of claim 2 is characterized by using an electrode by the side of the above-mentioned anode as a water cooling copper plate.

[0011]According to the welding process of Si system material of above-mentioned claim 2, it can prevent the anode fusing with arc heat by having used a copper plate with high thermal conductivity for an electrode by the side of the anode, and having provided a cooling channel which can supply cooling water to the inside further. As a result, generating of metallic fumes from the above-mentioned water cooling copper plate is suppressed, and little melting welding of contamination is attained.

[0012]A welding process of Si system material of claim 3 is characterized by forming a means to improve the directivity of the above-mentioned arc.

[0013]According to the welding process of Si system material of above-mentioned claim 3, stabilization of an input calorie supplied to Si system material by forming a means which raises the directivity of an arc, and the amount of melting is attained, and reproducibility of the amount of melting can be improved.

[0014]After carrying out the arc start of the welding process of Si system material of claim 4, it extends arc length, and it is characterized by bringing Si system material close to an arc column after that.

[0015]It was physically impossible to have welded bigger Si system material than the above-mentioned inter electrode distance so greatly [ inter electrode distance which can discharge an arc ]. However, by extending arc length gradually using self-sustaining discharge of an arc, after carrying out an arc start first by inter-electrode [ short ] according to the welding process of Si system material of above-mentioned claim 4, Bigger Si system material than inter electrode distance at the time of an arc start can be welded. If inter electrode distance to begin is set up short and an arc start is carried out by low current, damage to two electrodes can be prevented. Since it brings close to an arc column and fuses after keeping away the above-mentioned Si system material and extending arc length by this method at the time of an arc start with remarkable generating of metallic fumes, little melting welding of contamination is possible.

[0016]

[Embodiment of the Invention]According to this embodiment, butt welding of Si member of a couple was performed using un-exhausting type arc welding, i.e., TIG arc welding. Drawing 1 is a mimetic diagram showing the welding sequence. First, passing the argon gas 5 from the nozzle 6 of the torch 7, the tungsten rod 3 is used as the negative pole in the above-mentioned argon gas 5 atmosphere, and an arc is generated between the electrodes 3 and 4 of the above-mentioned couple by using the water cooling copper plate 4 of a cylindrical shape as the anode. At this time, the distance between the two electrodes 3 and 4 is 3 mm, and an initial

current value is 75A. The cooling channel 11 is established in the inside of the copper plate 10 with thermal conductivity high to the water cooling copper plate 4 used above. That is, as shown in drawing 2, the pipe which leads to the other end through an inside from one end of the above-mentioned water cooling copper plate 4 is formed, and cooling water is supplied from the one end 12, i.e., an entrance side, and it is constituted so that cooling water can be discharged from the other end 13, i.e., an outlet side. This is always continuing pouring cooling water in the water cooling copper plate 4 during arc discharge, and is for arc heat to prevent the above-mentioned water cooling copper plate 4 from fusing. As a result, generating of the metallic fumes from the above-mentioned water cooling copper plate 4 is suppressed, and little melting welding of contamination is attained.

[0017]Next, the above-mentioned current value extends inter electrode distance, i.e., arc length, gradually from 3 mm to 15 mm, maintaining at 75A (refer to drawing 1 (b)). the longitudinal direction of the Si members 1 and 1 which compared the end faces of the polycrystal Si members 1 and 1 of about 6 mm in diameter a couple, and the account of the upper compared on the other hand in the place distant from the above-mentioned arc column 2 -- an arc -- abbreviated -- it turns in the direction which crosses vertically. And in this state, turn the above-mentioned Si members 1 and 1 to the arc column 2, and it brings close from the transverse direction (refer to drawing 1 (c)), After bringing the weld zone of the Si members 1 and 1 close to the above-mentioned arc column enough, the Si members 1 and 1 are made to stop the state, and the part of a weld zone is heated and fused by an arc plasma for about 10 seconds (refer to drawing 1 (d)). Then, shortly, as shown in drawing 1 (e), melting welding is performed with the heat of the above-mentioned arc plasma by rotating only the Si members 1 and 1 to the circumference of an axial center with speed with a revolving speed of 9.6 rpm (revolution per minute).

[0018]By detaching the above-mentioned Si members 1 and 1 about 3 mm from a previous melting position, and furthermore, continuing rotation of the Si members 1 and 1 for about 15 seconds after this, there, it prevents cooling a weld zone rapidly and a molten pool is gradually made small. If it does in this way, crater treatment can be performed smoothly.

[0019]As mentioned above, by performing arc discharge between the tungsten rod 3 and the water cooling copper plate 4, bringing the Si members 1 and 1 close to the arc column 2 of the generated arc, and using and fusing [ heat and ] the heat of an arc plasma, It made it possible to be unable to become an electrode until now and to carry out melting welding also by the Si members 1 and 1 which were not able to be welded. Since distance with the center of discharge, such as bringing the above-mentioned Si members 1 and 1 close to the arc column 2, or detaching a few, is controllable, melting can be started easing the thermal shock to the Si members 1 and 1, and melting welding can be performed gradually. Although it was physically impossible to have welded the thing small the inter electrode distance which can discharge an

arc as about 5 mm and bigger till before than the Si members 1 and 1 about 2 mm in diameter, After carrying out an arc start by inter-electrode [ of 5 mm or less / short ], it became possible by extending arc length gradually using the self-sustaining discharge of an arc to weld the Si members 1 and 1 not less than 2 mm in diameter.

[0020]Although the current value was always maintained to 75A in the above-mentioned embodiment, In order to prevent damage to the two electrodes 3 and 4 and to perform little welding of contamination, after setting an initial current value below to 50A and carrying out an arc start, it is preferred to raise the current value, after extending arc length, and to perform melting welding of the Si members 1 and 1 with the heat of an arc plasma.

[0021]By the way, as the above-mentioned embodiment showed, when it welds, as shown in drawing 3 (a), before the Si members 1 and 1 are brought close, have generated the above-mentioned arc radiately in the direction that the arc length serves as the shortest from the tungsten rod 3 to the water cooling copper plate 4, but. If the Si members 1 and 1 are brought close to the above-mentioned arc column 2 as shown in drawing 3 (b), if the above-mentioned arc will not be cooled by the Si members 1 and 1, it will be repelled, and will deviate to separate from Si member. The input calorie supplied to the Si members 1 and 1 becomes unstable, and this becomes unstable [ the amount of melting ], and becomes a cause which worsens reproducibility of the amount of melting further.

[0022]In order to solve this problem, it is necessary to form the means for raising the directivity of an arc but, and according to the experiment, it is clear that the passage area's of the arc current in a welding arc it is a range 6-7 mm in diameter. Then, the lobe 8 whose diameter D is 7 mm and whose height L is 15 mm was formed in the surface center section of the above-mentioned water cooling copper plate 4, and the area which can be discharged was restricted to it (refer to drawing 5). It became possible for a deviation to become small since an arc is generated in the above-mentioned lobe 8, and for separating greatly to disappear from the lobe 8, and to locate the Si members 1 and 1 in an effective current path by this, even if it brings the Si members 1 and 1 close to the arc column 2.

[0023]When only a part for an arc to repel and deviate when the Si members 1 and 1 are brought close to the arc column 2, as shown in drawing 6 offsets the center position of the water cooling copper plate 4 from the center position of the tungsten rod 3 beforehand, The directivity of an arc can be further raised rather than the above. As a result, stabilization of the input calorie supplied to the Si members 1 and 1 and the amount of melting is attained, and reproducibility of the amount of melting can be improved.

[0024]Although the embodiment of the welding process of Si system material of this invention was described above, it is not restricted to the above-mentioned embodiment, it changes variously, and this invention can be carried out. Namely, although the lobe 8 was formed in the water cooling copper plate 4 as a means for raising the directivity of an arc in the above-

mentioned embodiment, It is also possible by making a magnetic field act near [ arc column 2 ] the above to raise the directivity of an arc or to improve the directivity of an arc every fixed time, i.e., by sending a high current in pulse. By changing a controlled atmosphere into gaseous helium which is easy to diffuse from the argon gas 5 more lightly than the above-mentioned argon gas 5, the circumference of the arc column 2 is cooled and the breadth of an arc is controlled. As a result, the directivity of an arc can also be raised. Although the above-mentioned embodiment furthermore showed the example which welded using TIG arc welding as non-consumable electrode type arc welding, other arc welding processes, such as plasma arc welding, may be used.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1]It is a mimetic diagram for explaining the welding sequence of this embodiment.

[Drawing 2]They are a tungsten rod of the above-mentioned embodiment, and its circumference and sectional view of a water cooling copper plate.

[Drawing 3]In the schematic diagram showing the state of the arc of the above-mentioned embodiment, (a) shows a state when (b) brings Si member for a state when arc discharge was started close to an arc column.

[Drawing 4]It is a schematic diagram showing the state of an arc when a lobe is provided in the water cooling copper plate by the side of the anode.

[Drawing 5]It is an explanatory view of the water cooling copper plate which provided the above-mentioned lobe.

[Drawing 6]It is a schematic diagram showing the state of an arc where the above-mentioned water cooling copper plate is beforehand offset from the center position of the negative pole, when arc welding is performed.

**[Description of Notations]**

- 1 Si member
- 2 Arc column
- 3 Tungsten rod
- 4 Water cooling copper plate
- 5 Argon gas
- 6 Nozzle
- 8 Lobe

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

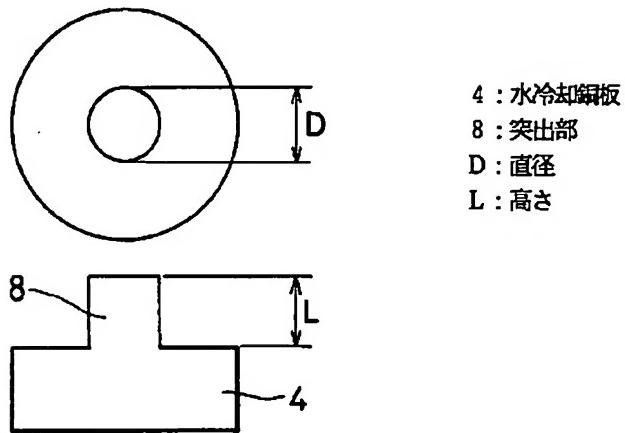
---

**DRAWINGS**

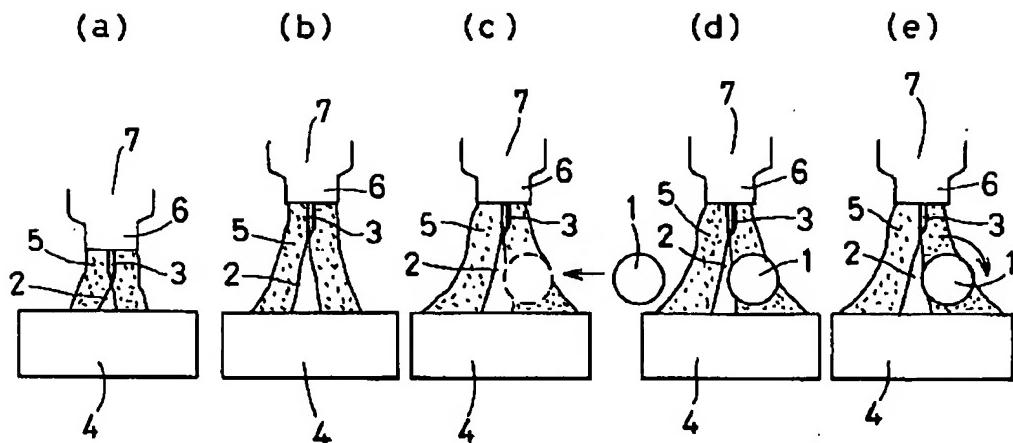
---

**[Drawing 5]**

突出部を設けた水冷却鋼板の説明図

**[Drawing 1]**

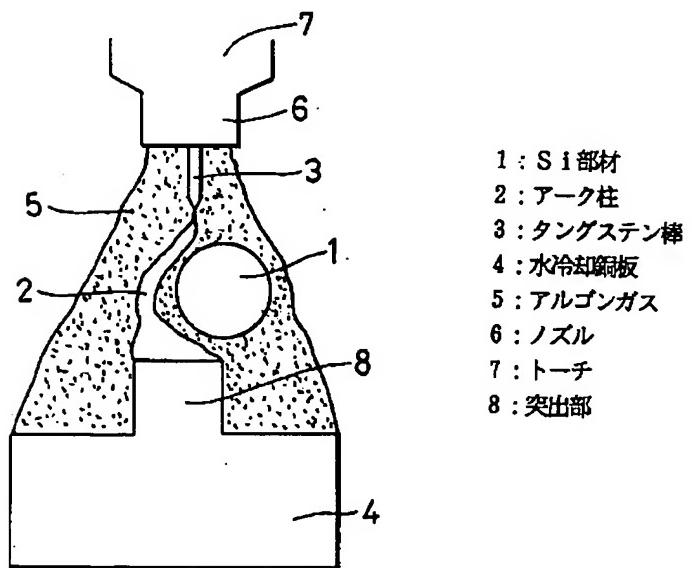
## 本実施形態の溶接手順を示す模式図



1 : Si部材  
 2 : アーク柱  
 3 : タングステン棒  
 4 : 水冷却鋼板  
 5 : アルゴンガス  
 6 : ノズル  
 7 : トーチ

## [Drawing 4]

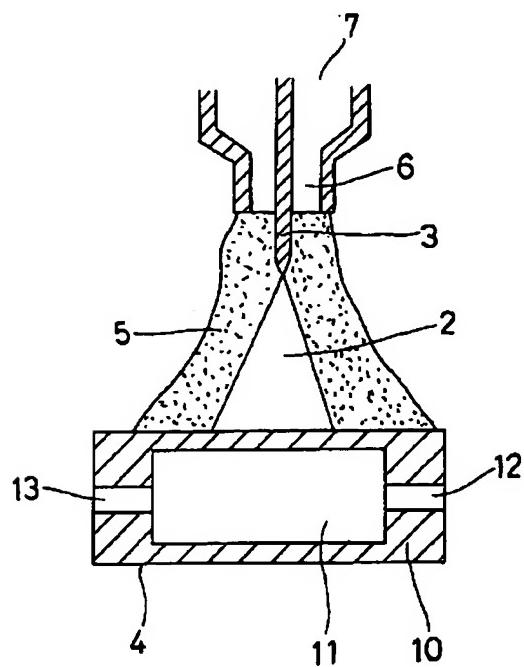
水冷却鋼板に突出部を設けたときのアークの状態を示す概略図



1 : Si部材  
 2 : アーク柱  
 3 : タングステン棒  
 4 : 水冷却鋼板  
 5 : アルゴンガス  
 6 : ノズル  
 7 : トーチ  
 8 : 突出部

## [Drawing 2]

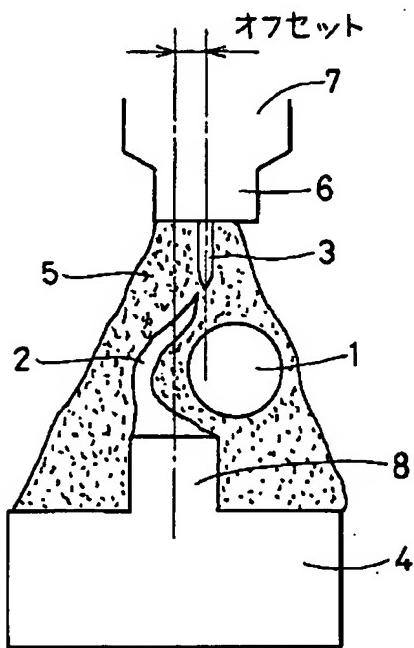
## 本実施形態のタンクステン棒及びその周辺と水冷却銅板の断面図



- |             |           |
|-------------|-----------|
| 2 : アーク柱    | 7 : トーチ   |
| 3 : タングステン棒 | 10 : 銅板   |
| 4 : 水冷却銅板   | 11 : 冷却水路 |
| 5 : アルゴンガス  | 12 : 入口側  |
| 6 : ノズル     | 13 : 出口側  |

[Drawing 6]

オフセット状態でのアーケの概略図

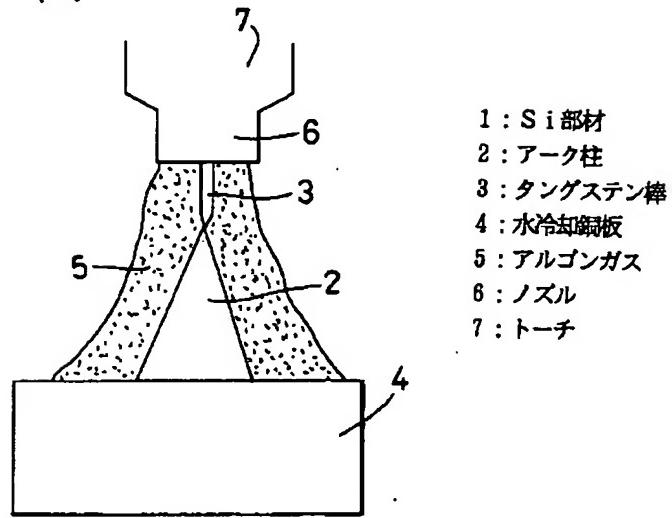


- |             |            |
|-------------|------------|
| 1 : S-i 部材  | 5 : アルゴンガス |
| 2 : アーク柱    | 6 : ノズル    |
| 3 : タングステン棒 | 7 : トーチ    |
| 4 : 水冷却鋼板   | 8 : 突出部    |

[Drawing 3]

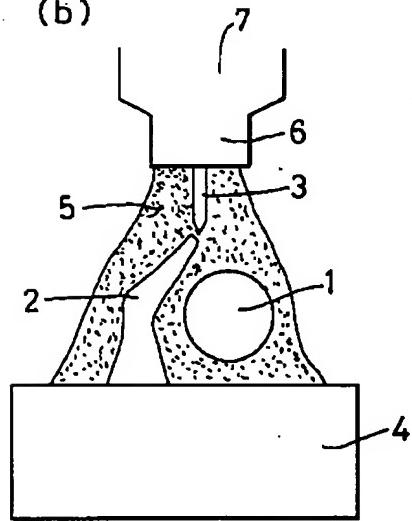
本実施形態のアークの状態を示す概略図

(a)



- 1 : Si部材
- 2 : アーク柱
- 3 : タングステン棒
- 4 : 水冷却鋼板
- 5 : アルゴンガス
- 6 : ノズル
- 7 : トーチ

(b)



---

[Translation done.]